第32講

2 塩

中和反応が起こると，水とともにイオン結合性物質が生じる。これが塩である。酸の水素イオンを他の陽イオンで置き換えたもの，もしくは塩基の水酸化物イオンを他の陰イオンで置き換えたものと考えることができる。これら塩の液性や反応を考えていく。

⑴ 分類

		例
酸性塩	………酸のH^+が残っている塩	$NaHCO_3$
塩基性塩	……塩基のOH^-が残っている塩	$CuCl(OH)$
正塩	…………酸のH^+も塩基のOH^-も残っていない塩	NH_4Cl

液性とは関係ないことに注意しなくてはならない。

⑵ 液性

酸HXと塩基YOHの中和反応で生じる塩YXで考える。

液性は通常，HXとYOHの強弱で判断できる。

	Y（YOH由来）	X（HX由来）			例
①	SB	SA	―正塩→	中性	NaCl
②	SB	SA	―酸性塩→	酸性	$NaHSO_4$
③	SB	WA	――→	塩基性	$NaHCO_3$
④	WB	SA	――→	酸性	NH_4Cl

（③，④：強い方の性質を示す）

例外：NaH_2PO_4，$NaHSO_3$は③に相当するが，酸性を示す。（→⑶塩の加水分解）

⑶ 塩の加水分解

弱酸や弱塩基由来の塩は水中で次のように加水分解が起こる。

例　CH_3COONa

$$CH_3COONa \longrightarrow CH_3COO^- + Na^+$$

$$CH_3COO^- + H_2O \rightleftarrows CH_3COOH + OH^-$$

これは，次のような電離の逆反応が起こったと考えられる。

$$CH_3COO^- + H^+ \rightleftarrows CH_3COOH$$

このときのH^+が水の電離によるものである。

注：⑵の液性で③，④に関しては，塩の加水分解が起こっている。そして例外に関しては，加水分解より電離が優先して起こっているため酸性を示す。

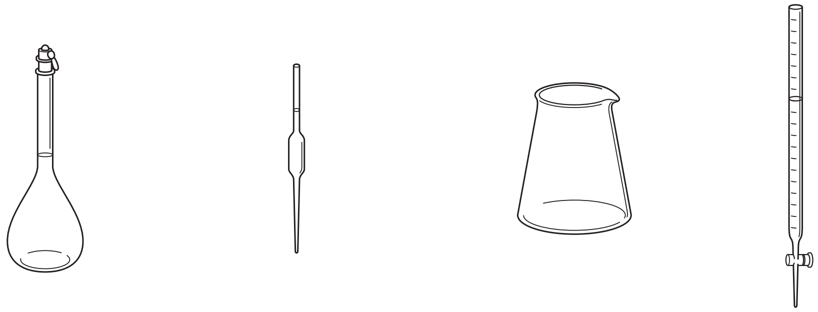
©RECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

3　中和滴定

中和反応を利用すると，濃度のわからない酸(塩基)の濃度を求めることができる。また，分子量測定にも利用できるため，大事な実験の一つである。

(1) 器具

	メスフラスコ	ホールピペット	コニカルビーカー	ビュレット
	(溶液を調製)	(正確な体積を測りとる)		(溶液を滴下)

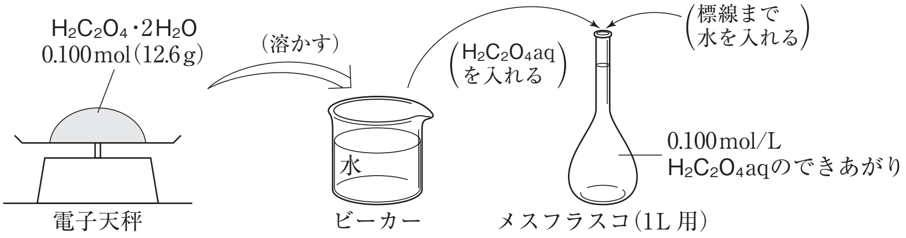


使用法	水で濡れたまま	共洗い	水で濡れたまま	共洗い

(2) 標準溶液の調製

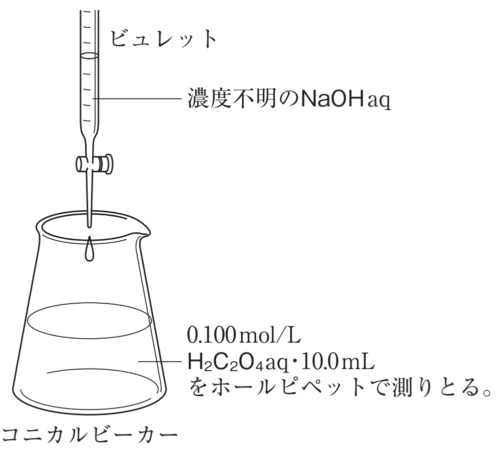
濃度が正確にわかっている溶液を標準溶液という。代表的なものにシュウ酸水溶液がある。

例：0.100 mol/L シュウ酸水溶液1Lの調製



(3) 中和滴定

例：0.100 mol/L シュウ酸水溶液と濃度がわからない水酸化ナトリウム水溶液の中和滴定



©RECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

⑷　中和点の判断

中和点ではpHが激変する。それを利用して中和点を判断することができる。

①指示薬

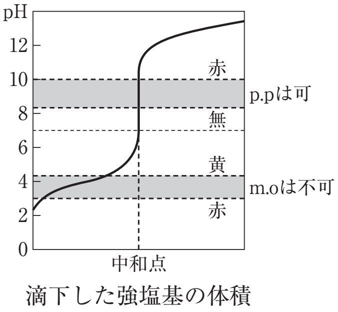
指示薬は特定のpH域で分子構造が変化し，色が変化する物質である。中和点のpHに合わせて適切な指示薬を選ぶ必要がある。

例：

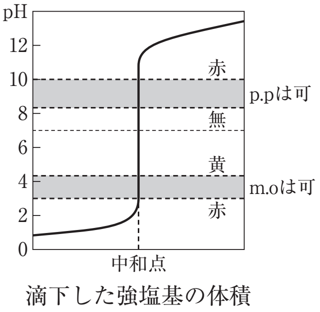
		変色域(pH)	
メチルオレンジ(m.o)	赤	3.1～4.4	黄
フェノールフタレイン(p.p)	無	8.3～10.0	赤

②滴定曲線

例：弱酸を強塩基で滴定



強酸を強塩基で滴定



©RECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第32講　演習問題

4

問1　次のうち水溶液が塩基性を示す正塩はどれか。

A．KCl　B．CH_3COONa　C．NH_4Cl　D．Na_2CO_3　E．$NaHCO_3$

㋐　AとB　㋑　BとD　㋒　CとA　㋓　DとE　㋔　EとC

問2　次の文章を読み，問ⅰ～ⅲに答えよ。

塩はその組成から［①］塩，［②］塩，［③］塩の3つに分類される。

炭酸ナトリウムは［①］塩であり，その水溶液は［④］性を示す。炭酸水素ナトリウムは［②］塩であり，その水溶液は［⑤］性を示す。また，硫酸水素ナトリウムの水溶液は［⑥］性を示す。

炭酸ナトリウムは加熱しても融解するだけで熱分解しないが，炭酸水素ナトリウムは加熱によって熱分解する。また，炭酸ナトリウム十水和物の結晶を乾燥空気中に放置すると，［⑦］が失われ，結晶はやがて砕けて白色の粉末になる。このような現象を［⑧］という。

問ⅰ　文中の［　］に適切な語句を入れよ。

問ⅱ　塩とは何か。

問ⅲ　炭酸水素ナトリウムの水溶液が［⑤］性を示す理由を化学反応式を用いて説明せよ。

ⒸRECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

5　次の文章を読み，問1～問3に答えよ。

A君は中和滴定を行い，濃度不明の酢酸水溶液のモル濃度を正確に求めたいと思った。A君は自分で実験計画を立て，〈操作1〉～〈操作3〉の実験を行った。

〈操作1〉　乾いた100mLビーカーの質量をはかったところ，61.062gであった。このビーカーに固体の水酸化ナトリウムを入れて天秤にのせた。A君が読み取った質量の値は62.048gであった。その時にビーカー内の水酸化ナトリウムのようすを観察すると水酸化ナトリウムが水に少し溶けたような状態になっていた。A君は水酸化ナトリウムの入ったビーカーに純水を加えて水酸化ナトリウムを完全に溶かした。この溶液のすべてを200mLメスフラスコに移した後，200mLの目盛まで純水を加えた。この溶液をよく振り混ぜ，溶液を均一にした。

〈操作2〉　〈操作1〉でつくった水酸化ナトリウム水溶液を①ビュレットに入れた。また，100mLコニカルビーカーに，塩酸(0.1025mol/L)を正確に10.00mL入れ，さらに指示薬として②フェノールフタレイン溶液を1～2滴加えた。コニカルビーカー内の溶液を水酸化ナトリウム水溶液で滴定した。

〈操作3〉　〈操作2〉で用いたコニカルビーカーを水道水で洗浄した後，さらに純水で洗浄した。③コニカルビーカーの内部は純水でぬれていたが，このコニカルビーカーに，濃度不明の酢酸水溶液を正確に10.00mL入れ，さらに指示薬として④メチルオレンジ溶液を1～2滴加えた。コニカルビーカー内の溶液を〈操作1〉でつくった水酸化ナトリウム水溶液で滴定した。

問1　A君が〈操作2〉を行った理由は，〈操作1〉では正確な濃度の水酸化ナトリウム水溶液をつくることができないからである。〈操作1〉で水酸化ナトリウム水溶液の正確な濃度が決定できない理由を水酸化ナトリウムの性質を含めて説明せよ。

問2　〈操作1〉～〈操作3〉によって酢酸水溶液の正確な濃度を求めるためには，下線①～下線④の実験内容の中に不適切な箇所が一つある。その下線の番号を答えよ。また，その下線の実験内容では酢酸水溶液の正確な濃度が求められない理由を書け。

問3　〈操作1〉～〈操作3〉をすべて正しい操作で行った結果，〈操作2〉の滴定で中和点までに要した水酸化ナトリウム水溶液の体積は9.33mLであった。また，〈操作3〉の滴定で中和点までに要した水酸化ナトリウム水溶液の体積は8.89mLであった。これらの実験結果から，酢酸水溶液の正確なモル濃度(mol/L)を有効数字2桁で求めよ。

ⒸRECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第32講　確認テスト

1　次の塩(a)～(e)のうち，その水溶液が塩基性を示すものの組み合わせはどれか。下の㋐～㋓から選び，記号で答えよ。

(a)　KNO_3　(b)　$NaHCO_3$　(c)　$(NH_4)_2SO_4$　(d)　CH_3COONa　(e)　$CuSO_4$

㋐　aとb　㋑　bとc　㋒　bとd　㋓　dとe

2　中和滴定に関する次の文を読み，下記の問いに答えよ。

濃度のわからない酢酸水溶液10.0mLを[A]を用いて正確に測りとり，[B]に移した。次に，[C]に入れた0.0800mol/Lの水酸化ナトリウム水溶液を用いて中和滴定した。この濃度未知の酢酸水溶液10.0mLを完全に中和するのに，0.0800mol/L水酸化ナトリウム水溶液は12.5mL要した。

(1)　上の文中の[A]～[C]は実験器具である。それぞれ何か。最も適当なものを㋐～㋓のうちから一つずつ選べ。　器具A ①　器具B ②　器具C ③

㋐　コニカルビーカー　㋑　メスフラスコ　㋒　ホールピペット　㋓　ビュレット

(2)　この実験で使用した3種の器具のうち，内壁が純水でぬれていても，酢酸水溶液の濃度の測定値に影響しないものはどれか。㋐～㋓のうちから一つ選べ。

㋐　器具A　㋑　器具B　㋒　器具C　㋓　なし

(3)　この酢酸水溶液のpHを測定したところ，pH＝3.0であった。この酢酸水溶液の水素イオン濃度$[H^+]$は何mol/Lか。最も適当な数値を㋐～㋓のうちから一つ選べ。

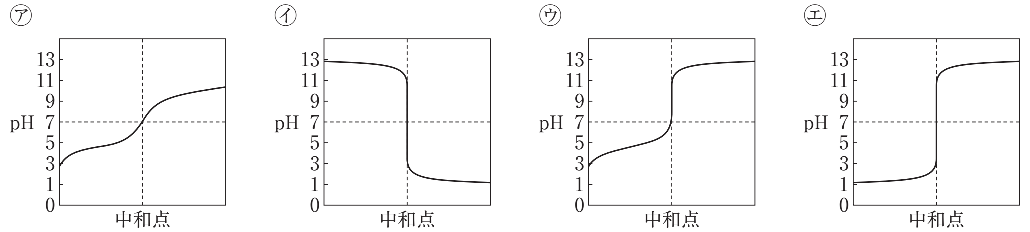
㋐　1.0×10^{-1}　㋑　1.0×10^{-2}　㋒　1.0×10^{-3}　㋓　1.0×10^{-13}

(4)　この中和反応に適する指示薬はどれか。㋐～㋓のうちから一つ選べ。ただし，(　　)内の値は各指示薬の変色域である。

㋐　メチルオレンジ(pH3.1～4.4)　㋑　メチルレッド(pH4.4～6.2)
㋒　ブロモチモールブルー(pH6.0～7.6)　㋓　フェノールフタレイン(pH8.0～9.8)

©RECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

⑸　この滴定における滴定曲線は，どのようになるか。最も適当な図を㋐～㋓のうちから一つ選べ。



⑹　濃度未知の酢酸水溶液のモル濃度は何mol/Lか。最も適当な数値を㋐～㋓のうちから一つ選べ。

㋐　1.0×10^{0}　　㋑　1.0×10^{-1}　　㋒　1.0×10^{-2}　　㋓　1.0×10^{-3}

⑺　この濃度未知の酢酸水溶液10.0mLの中和滴定において，0.0800mol/L水酸化ナトリウム水溶液の代わりに，同じ濃度（0.0800mol/L）の水酸化バリウム水溶液を用いた。このとき，水酸化バリウム水溶液は何mL必要か。最も適当な数値を㋐～㋓のうちから一つ選べ。

㋐　5.00　　㋑　6.25　　㋒　10.0　　㋓　12.5

ⒸRECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第32講　演習問題

4

問１　㋑

問２　問ⅰ　①　正　②　酸性　③　塩基性　④　塩基　⑤　塩基　⑥　酸
⑦　結晶水　⑧　風解

問ⅱ　酸の水素イオンが他の陽イオンに，塩基の水酸化物イオンが他の陰イオンに置き換わったもの

問ⅲ　炭酸水素ナトリウムは水中で次のように電離する。

$$NaHCO_3 \longrightarrow Na^+ + HCO_3^-$$

これにより生じた炭酸水素イオンが次のように加水分解を起こし，水酸化物イオンが生じるため，塩基性を示す。

$$HCO_3^- + H_2O \longrightarrow \underbrace{H_2O + CO_2}_{(H_2CO_3)} + OH^-$$

5

問１　水酸化ナトリウムは潮解性をもつため，空気中の水分を吸収し，また，強塩基性であるため，空気中の二酸化炭素と中和反応を起こし，炭酸ナトリウムに変化するため。

問２　④　メチルオレンジを使用すると，中和点より前で変色するため，滴定量が小さくなり，酢酸の濃度も小さくなってしまうから。

問３　9.8×10^{-2} mol/L

ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第32講　確認テスト

1　㋒

2　(1)　①　㋒　　②　㋐　　③　㋓　　(2)　㋑　　(3)　㋒　　(4)　㋓

(5)　㋒　　(6)　㋑　　(7)　㋑

【解説】

1　強塩基と弱酸からできた塩が加水分解により，塩基性を示す。

2　(1)　①正確な体積を測りとる器具

②ビュレットの下におく溶液を入れる器具

③溶液を滴下する器具

(2)　コニカルビーカーは水でぬれたまま使用する。測りとった溶液中の溶質の量(mol)が変化しないからである。

(3)　pH＝3であるため，$[H^{+}] = \boxed{1.0 \times 10^{-3}}$ mol/L

(4)　中和点は加水分解により塩基性を示すため，フェノールフタレインが適切である

(5)　弱酸域からはじまり，強塩基性へ向かうグラフである。

(6)　酢酸の濃度をx mol/Lとすると

$$0.0800 \times 12.5 \times 1 = x \times 10 \times 1$$

$$x = \boxed{1.0 \times 10^{-1}} \text{ mol/L}$$

(7)　水酸化バリウムは2価であるために滴下量は水酸化ナトリウムの半分でよい。

©RECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。